

表面圧力による2次元丘状地形周辺の風況の推定

徳島大学大学院 学生員 ○田川 諭 徳島大学工学部 フェロー 宇都宮 英彦
 徳島大学工学部 正員 長尾 文明 徳島大学工学部 正員 野田 稔
 (株)旭化成ホームズ 正員 井上 陽

1.はじめに 構造物の耐風設計に直接関係する大気境界層内の風が、地表面粗度や地形の状況によって大きく特性が変化することはよく知られている。一般に、丘を越える風は気流の収束効果によって増速され、その大きさは接近流特性や丘の形状ばかりでなく、流れの剥離状況によっても変化する。そこで本研究では、2次元丘状地形周辺の風況特性を把握するため、模型表面圧力を計測し、検討を行った。

2.実験概要 実験に使用した風洞は徳島大学工学部多目的風洞(押込式 N.P.L.型風洞、測定胴部:1.5m×1.5m×5m)である。風洞内の接近流は、スパイヤと粗度マットを組み合わせることによりべき指数の異なる2つの乱流境界層を作成した。図1に風洞内の設置状況を示す。ここで、本研究に用いた接近流の平均風速の鉛直分布を図2に、特性値を表1に示す。次に、使用した2次元丘状模型の概要を図3に示す。図中の黒点(●)は、圧力孔の設置位置であり、模型上に圧力孔を法面、天端ともに7点、法先、法肩から10mmの位置から等間隔に設けた。表2に示す法面勾配 $H/2L$ 、天端長さ B_u/H に条件を変化させ、実験を行った。

3.実験結果 まず測定結果より、次式で定義される平均圧力係数 C_p 、変動圧力係数 C_p' を求めた。

$$C_p = \frac{\bar{p}}{\frac{1}{2}\rho U_h^2} \quad (1) \quad C_p' = \frac{\sqrt{p'^2}}{\frac{1}{2}\rho U_h^2} \quad (2) \quad \begin{array}{ll} \bar{p} : \text{圧力の平均} & \sqrt{p'^2} : \text{圧力の標準偏差} \\ \rho : \text{空気密度} & U_h : \text{模型高さ } H \text{ における風速} \end{array}$$

図4(a),(b)にその一例($\alpha = 1/5$, $H/2L = 0.839$)を示す。ここで、横軸である s/H は、圧力孔の位置を基準化するために、図3に示すように天端上流端を原点とする模型表面に沿った s 軸を定義し、模型高さ H で無次元化したものである。図4に見られるように、平均圧力係数と変動圧力係数のどちらにおいても、 $B_u/H = 2$ の場合では $s/H = 0.2$ の点および $s/H = 2$ 前後の点でピークが見られるという傾向が認められた。この著しい圧力の低下は流速が増加したためであると考えられ、 $s/H = 0$ 付近で最も増速していることが確認できる。また、これらのピーク付近で剥離が生じていると考えられる。図4(a)の $B_u/H = 0$ の平均圧力係数において、 $s/H = 0$ で剥離した後、下流側ではほぼ一定値をとっているのに対し、 $B_u/H = 2$ では、 $s/H = 0$ で剥離した後、 $s/H = 0.2$ から $s/H = 0.47$ にかけて急激に圧力が回復している。これは、前者が完全に剥離しているのに対し、後者は天端上流端で剥離した流れが $s/H = 0.47$ 付近で再付着したためと考えられる。この剥離点と再付着点の間には小さな剥離バブルが生じていると考えられ、その中の負圧は、模型による後流域(ウエイク)が発生している $s/H = 2.2$ の点以降と比べて大きいということも確認できる。

次に、増速が最大となる $s/H = 0$ に着目し、Bernoulli の定理を使って、今回実験から求めた平均圧力係数から推定増速率 $S = \sqrt{1 - C_p} - 1$ を導き出し、過去に求めた増速率¹⁾の実測値との比較を行った。その結果を図5に示す。ただし、使用した平均圧力係数は $s/H = -0.2$ と 0.2 の平均値である。これを見ると、 $\alpha = 1/8$ では過大評価する傾向がみられる。その理由の一つは、実測値が模型表面から5mmの高さの値であったためと考えられ、より模型表面に近い高さで、増速率が最大値をとると考えられる。また、図4(a)に示した剥離点付近($s/H = 0.2$)の平均圧力係数の負圧の絶対値は、再付着型($B_u/H = 2$)が完全剥離型($B_u/H = 0$)より大きくなっており、増速率の大きさが剥離形態に依存することと対応した結果が得られている。

キーワード 2次元丘状地形 圧力係数 増速率

連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町2丁目1 徳島大学工学部建設工学科 TEL/FAX(088)656-9443

4.まとめ Bernoulli の定理が同一流線上での保存則であるものの、比較的よい結果が得られた。今後、さらに模型周辺の風況特性を把握し、圧力と増速率との関係をより詳細に検討していく必要がある。

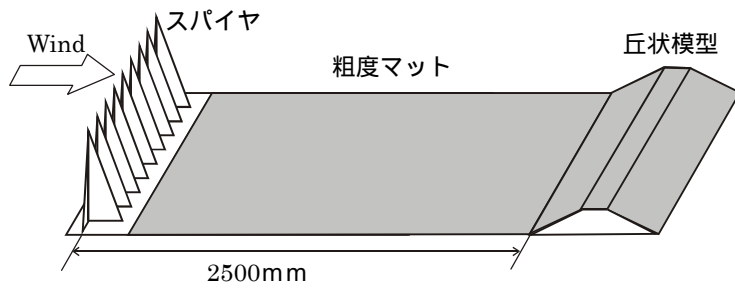


図1 設置状況

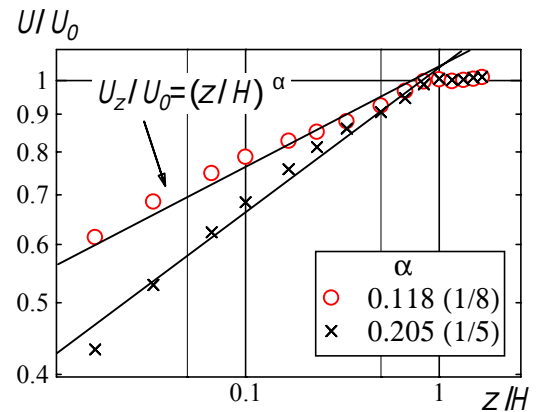


図2 接近流の平均風速鉛直分布

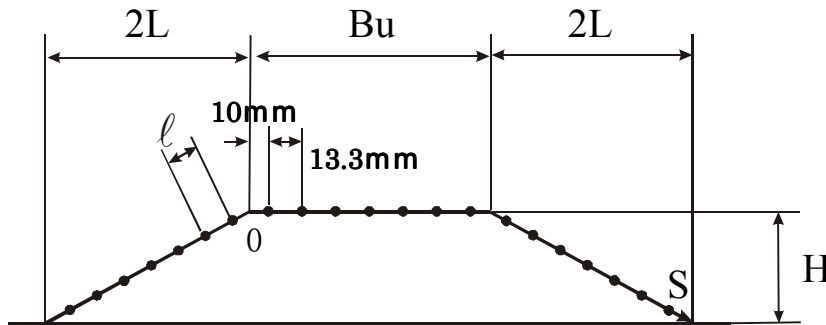


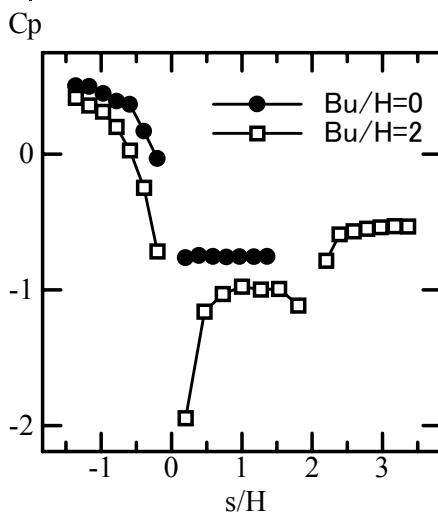
図3 模型概要

	$\alpha=1/8$	$\alpha=1/5$
べき指数 α	0.118	0.205
境界層高さ δ (mm)	312	281
粗度長 z_0 (mm)	0.008	0.234
設定風速 (m/s)	5.00	

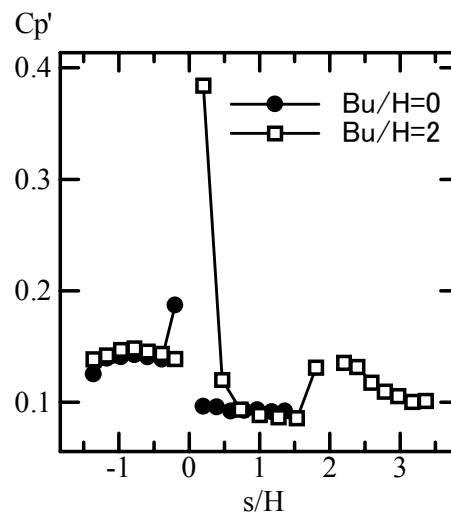
表1 接近流の特性値

表2 実験ケース

べき指数 α	模型高さ[H(mm)]	法面勾配[H/2L]、圧力孔の間隔[ℓ (mm)]	天端長さ[Bu/H]
1/8、1/5	50	0.839 (40°)、 $\ell=9.69$ 0.466 (25°)、 $\ell=15.47$ 0.268 (15°)、 $\ell=26.17$	0.0、1.0、2.0

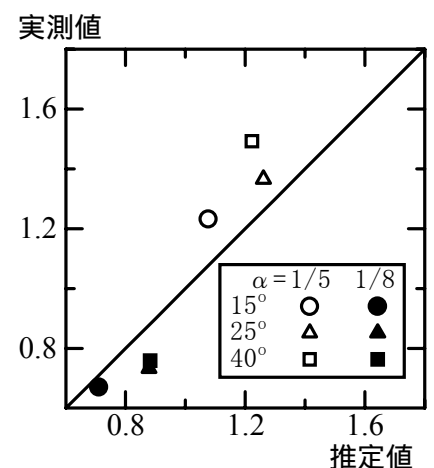


(a) 平均圧力係数



(b) 変動圧力係数

図4 平均圧力分布および変動圧力分布

図5 増速率の
推定値と実測値の比較

参考文献 1)宇都宮 英彦ら：接近流および粗度変化が2次元丘状地形上の増速効果に及ぼす影響
第16回風工学シンポジウム論文集、p.31、2000